

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-106036

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成2年(1990)4月18日

H 01 L 21/28  
21/205  
21/285  
21/66C 7738-5F  
7739-5F  
C 7738-5F  
Z 7376-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

④ 発明の名称 選択性モニター方法

② 特 願 昭63-260245

② 出 願 昭63(1988)10月14日

⑦ 発 明 者 竹 渕 裕 樹 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社社内

⑦ 発 明 者 松 瀬 公 裕 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社社内

⑦ 出 願 人 東京エレクトロン株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

選択性モニター方法

## 2. 特許請求の範囲

被処理基板の被処理面上の所望する位置に選択的に処理が行なわれているかモニターする方法において、上記処理中の上記被処理面からの放射輝度の変化から選択性をモニターすることを特徴とする選択性モニター方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

この発明は、選択性モニター方法に関する。

(従来技術)

一般に、半導体集積回路に金属薄膜を堆積させて配線等を行なう技術として、長年の間、蒸着やスパッタリング等の物理的气相成長方法(PVD)が使用されてきた。

しかし、超LSI等集積回路の高集積化・高速化・高密度化に伴い、ゲート電極やコンタクト・

ホールやスルー・ホール等の形成の為に、多結晶Siに比べ抵抗が1桁以上低いW(タングステン)等の高融点金属の金属薄膜を選択的に堆積させる技術が重要となってきている。

上記のように高融点金属を選択的に必要なだけの厚さの薄膜を形成する技術として選択CVD技術がある。このCVD技術では、良質の膜の形成に様々な方法が考えられている。例えばW膜の形成には次のようなものがある。気相のWF<sub>6</sub>(六弗化タングステン)を固相のSi(シリコン)で還元するものがある。この場合は、W膜が堆積初期過程で形成されると、それ以後はほとんど堆積せず、今後プロセス的工夫が必要とされていた。また、気相のWF<sub>6</sub>を気相のH<sub>2</sub>(水素)で還元するものがある。この場合、堆積速度が小さく処理時間がかかりプロセス的な工夫が必要とされていた。さらに、気相のWF<sub>6</sub>を気相のSiH<sub>4</sub>(シラン)で還元するものがある。この場合、SiH<sub>4</sub>は反応性が大きいので堆積速度も大きい値が得られるが、堆積したW膜中にSi原子を取り込みやすく比抵抗が高く

なり、プロセス的工夫が必要とされていた。

さらにまた、被処理体である半導体ウェハの品種によっては、被処理面の全面に対して選択的に膜付けする部分の率（開口率）にかなりの差があり、プロセス的にもかなりの差があった。

上記したように、高融点金属の選択CVDプロセスには、様々なものがあり、より良質の薄膜の形成にはプロセス的な工夫がされている。

（発明が解決しようとする課題）

ここで、上記各プロセスを行なうに際しては、それぞれプロセス条件が異なるため、所望する膜が正確に選択成長しているかのモニターの要望がある。例えば作業性の向上や信頼性の向上から、被処理面の所望するところのみに高融点金属が堆積しているかモニターしたいという要望がある。

しかし、従来は、プロセス処理後、人間が目視で選択性の確認を行なっていたため、確認時間が長くなり、作業性が低下するという問題点があった。また製造段階においては、正確に選択成長がされなかった被処理基板を後工程に流すことが

考えられ、後工程処理に悪影響を与え信頼性に欠けているという問題点があった。

この発明は上記点に対処してなされたもので、被処理面の処理に対する選択性を処理中にモニターすることにより、作業性および信頼性の向上が得られる選択性のモニター方法を提供するものである。

（発明の構成）

（課題を解決するための手段）

この発明は、被処理基板の被処理面上の所望する位置に選択的に処理が行なわれているかモニターする方法において、上記処理中の上記被処理面からの放射輝度の変化から選択性をモニターすることを特徴とする。

（作用効果）

処理中の被処理面からの放射輝度の変化から選択性をモニターすることにより、作業時間の短縮ができ、また、常にモニターできるので正確な処理が行なえ信頼性が向上する効果が得られる。

（実施例）

以下、本発明方法を半導体製造工程の化学的気相成長による薄膜形成工程で、枚葉処理による高融点金属を選択的な薄膜形成をモニターするのに適用した一実施例につき図面を参照して説明する。

まず、薄膜形成を行なう選択CVD装置の構成を説明する。

冷却水等で壁面を冷却可能で気密な円筒状AL（アルミニウム）製反応チャンバ(1)上方に、被処理基板例えば半導体ウェハ(2)を、被処理面が下向きになる如く設置可能な設置台(3)が設けられている。そして、この設置台(3)近傍には、例えば半導体ウェハ(2)の外縁を用いて設置台(3)に半導体ウェハ(2)を固定する如く、例えばエアシリンダ等の昇降機構(4)を備えた支持体(5)が設けられている。そして、この支持体(5)の予め定められた位置に溝が設けられていて、この溝に接触型の温度検知機構例えば熱電対(6)が設けられている。即ち、上記支持体(5)で半導体ウェハ(2)を設置台(3)に挟持する時、支持体(5)に設けられた熱電対(6)が半導体ウェハ(2)

と接触するように構成されている。上記熱電対(6)は、常温から600℃まで対応可能なアルメル・クロメルのKタイプのものが望ましい。そして、設置台(3)の上方には石英ガラス製の窓(7)を通して設置台(3)を例えば300℃～1000℃に加熱可能なIRランプ(infrared ray lamp)(8)が設けられている。そして、設置台(3)近辺の反応チャンバ(1)上壁には、例えば2ヶ所の排気口(9)が設けられ、この排気口(9)には、反応チャンバ(1)内を所望の圧力に減圧及び反応ガス等を排出可能な真空ポンプ(10)例えばターボ分子ポンプ等が接続されている。

それから、反応チャンバ(1)下方に酸化系のガスである膜成長用ガス例えばWF<sub>6</sub>（六弗化タングステン）等を流出する、多数の微小な流出口をもつ円環状の酸化系ガス導入口(11)が設けられ、同様に、還元系のガスであるキャリアガス例えばH<sub>2</sub>（水素）やAr（アルゴン）等を流出する、多数の微小な流出口をもつ円環状の還元系ガス導入口(12)が設けられている。これらガス導入口(11, 12)は流量制御機構(13)例えばマス・フロー・コ

ントローラ等を介してガス供給源に接続されている。また、設置台(3)とガス導入口(11, 12)の間には、ガスの流れを制御するための例えばステップモータ等を使用した直線移動による移動機構(図示せず)を備えた円板状制御板(14)が設けられている。

そして、円板状制御板(14)の中心には、設置台(3)に設置された半導体ウエハ(2)の中心に対応する如く軸方向に直径例えば5 cmの円筒形の空間(15)が設けられている。また、この空間(15)は、反応チャンバ(1)外下方に設けられた非接触型の温度検知機構例えばパイロメータ(16)とレンズ(17)等により気密を保持して接続している。上記パイロメータ(16)は、半導体ウエハ(2)の被処理面からの熱放射の放射輝度が温度に依存することを利用したもので、被処理面に非接触で温度を検知できる。例えば、パイロメータ(16)のレンズ(17)を介して空間(15)から設置台(3)に設置された半導体ウエハ(2)のほぼ中心の直径例えば2~3 cmの部分の熱放射の放射輝度により、温度検知できる。

御は制御部(23)により制御される。

次に、上述した選択CVD装置により半導体ウエハ(2)の被処理面が例えばSi(24)とSiO<sub>2</sub>(25)のパターン構造で、Si(24)上にW(26)を選択的に気相成長をさせる方法と、この気相成長の選択性をモニターする方法について説明する。

予備室(22)の図示しない開閉口よりロボットハンド又は人手により、例えば被処理半導体ウエハ(2)が25枚程度所定の間隔を設けて積載収納されたカセット(20)を、昇降可能な載置台(21)上に載置する。この時、ゲートバルブ(18)は閉じた状態で、反応チャンバ(1)内は既に、真空ポンプ(10)の働きで所望の低圧状態となる様に減圧されている。そして、カセット(20)をセットした後、搬送予備室(22)の図示しない開閉口は気密となる如く閉じられ、図示しない真空ポンプで反応チャンバ(1)と同程度に減圧する。

次に、ゲートバルブ(18)が開かれ、所望の低圧状態を保ち、載置台(21)の高さを調整することにより、半導体ウエハ(2)を伸縮自在なハンドアーム

ここで、パイロメータ(16)で温度検知する際には、被処理面の種類により放射率が異なるので、予め、対象となる被処理面の放射率を認識しておく。このように定めて被処理面への選択的な薄膜形成処理を行なうと、処理中に形成する膜の放射率と、膜が形成される部分の放射率の違いから、実際の温度は一定でも、パイロメータ(16)で検知する温度には変化がでる。このみかけ上の温度の変化から選択性をモニターするようになっている。

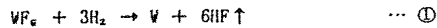
そして、反応チャンバ(1)の一侧面に例えば昇降により開閉可能なゲートバルブ(18)を介して、半導体ウエハ(2)を反応チャンバ(1)内に搬入及び搬出するため、伸縮回転自在にウエハ(2)を保持搬送するハンドアーム(19)と、ウエハ(2)を例えば25枚程度収納したカセット(20)を載置して昇降可能な載置台(21)を内蔵した気密な搬送予備室(22)が配設してある。

また、上記した熱電対(6)およびパイロメータ(16)の各温度検知機構により検知した結果による温度制御や、膜形成装置の動作制御および設定制

(19)で、カセット(20)から所望の1枚を取り出し、反応チャンバ(1)内に搬入する。この時、支持体(5)が昇降機構(4)により下降していて、ウエハ(2)の被処理面を下向きに支持体(5)上に載置する。そして、昇降機構(4)で支持体(5)を上昇し、ウエハ(2)を設置台(3)と支持体(5)で挟持し熱電対(6)と半導体ウエハ(2)とが接触するように設置する。この時既に、IRランプ(8)で設置台(3)は加熱されている。そこで、支持体(5)のウエハ(2)当接面は熱伝導率の低いセラミック等で構成すると、ウエハ(2)の熱分布が一様となり、処理ムラが防止できる。また、半導体ウエハ(2)の設置台(3)への設置が終了すると、ハンドアーム(19)を搬送予備室(22)内に収納し、ゲートバルブ(18)を閉じる。

次に、半導体ウエハ(2)の被処理面例えばウエハ(2)上面積の数~数十%をしめるSi(24)上へW(26)膜を堆積させる処理を開始する。又、処理中は、反応チャンバ(1)内を所望の低圧状態例えば100~200 mm Torr に保つ如く真空ポンプ(10)で常に排気制御しておく。

まず、半導体ウエハ(2)の被処理面の温度をIRランプ(7)で所望の温度帯例えば370℃程度となる如く急加熱する。この時、熱電対(6)では急加熱に追従できないので、パイロメータ(16)を用いて、被処理面から熱放射される放射輝度を検知して、ウエハ(2)の温度を制御部(23)により検知する。そして、この急加熱後、ウエハ(2)が所望の温度である例えば370℃に安定した時に、ウエハ(2)の温度検知を、パイロメータ(16)から熱電対(6)に切替える。すなわち、安定性の高い熱電対(6)で検知した温度により制御部(23)で温度調整を行なう。そして、ガス導入口(11, 12)から、流量制御機構(13)で反応ガスを構成する膜成長用ガス例えば $WF_6$ と還元ガス例えば $H_2$ を所定量流出し、下式①に示すように、化学的気相成長を行なう。



ここで、この処理に際し、選択性をモニターする方法について説明する。

パイロメータ(16)は、Si(24)と $SiO_2$ (25)から

化からパイロメータ(16)の検知温度が変化している。また、Ⅲ期間では、W(26)上にW(26)が堆積していくため、放射率の変化は起こらず、パイロメータ(16)の検知温度は一定である。また、Ⅱ期間での温度変化の割合は、被処理面の全面(Si(24)+ $SiO_2$ (25))に対して選択的に膜付けする部分Si(24)の率(開口率)によっても変わってくる。例えば開口率が小さい場合温度変化も小さく、開口率が大きい場合、温度変化も大きくなる。

これらのことから選択性をモニターするには、例えば予めⅡの期間でのパイロメータ(16)の温度変化率を算出しておく。そして、実際の処理中に起きるパイロメータ(16)の検知温度と上記で算出した値とを比較する。この比較で、パイロメータ(16)の検知温度が所定の誤差以内なら、選択性があると判断し、それ以外は選択性がないことになる。(例えば第2図(D)のように、Si(24)及び $SiO_2$ (25)上にW(26)が堆積した場合、Ⅱ期間の温度変化は計算値より大幅に上まわることになる。

また、Ⅱ期間では選択性があると判断されても

なる被処理面の放射率を基準として温度を検知している。この時、上記①式に示す処理を行なうと、Si(24)上にW(26)が堆積するので、Si(24)とW(26)の放射率の違いから、実際には熱電対(6)により一定に温度制御されているにもかかわらず、パイロメータ(16)の検知温度は変化する。第1図はパイロメータ(16)で検知した温度で、Ⅰ期間は第2図(A)に示すように、反応チャンバ(1)内に処理ガスを供給する前の値で、点線で示す熱電対(6)の検知温度とほぼ同一である。Ⅱ期間は、第2図(B)に示すように、反応チャンバ(1)内に処理ガスを供給し、Si(24)上にW(26)が堆積する初期過程であり、パイロメータ(16)の検知温度には変化がみられる。

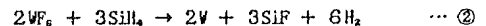
Ⅲ期間は、第2図(C)に示すように、第2図(B)での初期のW(26)の堆積から処理終了時点までで、パイロメータ(16)の検知温度はある一定の値でほぼ安定している。

すなわち、Ⅱ期間では、Si(24)上にW(26)が堆積する過程のため、Si(24)とW(26)の放射率の変

Ⅲの安定期で再びパイロメータ(16)の検知温度が急激な変化が起きた場合、何らかの原因で選択性がなくなったと判断できる。

つまり、パイロメータの温度変化すなわち、被処理面の熱放射の放射輝度の変化から選択性をモニターすることができる。

上記実施例では、膜成長用ガスに $WF_6$ を用いて $H_2$ 還元により被処理面上にW膜を選択的に堆積させる例について説明したがこれに限定されるものではなく、例えば還元ガスに $SiH_4$ ガスを用いて下式に示すような還元によりW膜を被処理面上に選択的に堆積させても良い。



また、処理は化学的気相成長処理に限定するものではなく、被処理面上の所望する位置に選択的に処理するものなら何れでも良く例えばエッチング処理などにも適宜応用できることは言うまでもない。

さらに、被処理面からの熱放射の放射輝度を検

知するものは何れのものでも良くパイロメータに限定されるものではない。

以上説明したようにこの実施例によれば、被処理基板の被処理面上の所望する位置に選択的に処理が行なわれているかのモニターを、処理中の被処理面からの放射輝度の変化から上記選択性をモニターするので、所望する正確な処理が行なわれたか判断でき信頼性を向上することができる。また、処理中に選択性を判断できるので作業時間を短縮できる。

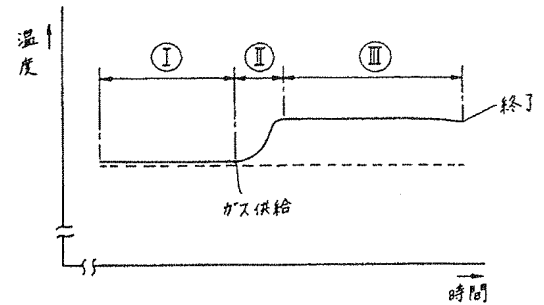
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明方法の一実施例を説明するため処理に際しパイロメータの検知した温度変化を示す図、第2図は第1図において処理過程を示す図、第3図は第1図の処理を行なうCVD装置の構成図である。

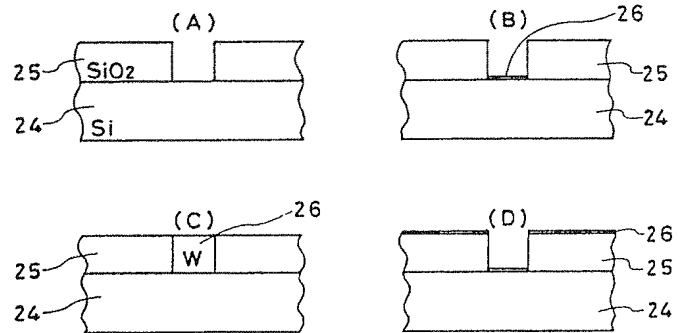
- |          |                     |
|----------|---------------------|
| 2…半導体ウエハ | 16…パイロメータ           |
| 24…Si    | 25…SiO <sub>2</sub> |
| 26…W     |                     |

特許出願人 東京エレクトロン株式会社

第 1 図



第 2 図



第 3 図

